

INFLUENCE DU TYPE DE SOL SUR LA RESISTANCE A LA PYRICULARIOSE  
DE CINQ VARIETES DE RIZ EN CULTURE PLUVIALE

L. SEGUY (a) - J.L. NOTTEGHEM (b) - M. GUIMATSA (c) - S. BOUZINAC (a)

RESUME

Dans la région Ouest du Cameroun, la pyriculariose sévit gravement ou faiblement selon les sites. L'hypothèse de l'influence de la nature du sol a été testée. A cet effet, trois sites d'étude ont été retenus ; dans chacun on a testé cinq variétés sur le sol en place et sur les sols apportés des autres sites de façon à éliminer les effets d'environnement autres que celui du sol.

L'influence de la nature du sol sur le degré de sensibilité des variétés a été vérifiée. Les deux sols bruns utilisés diminuent considérablement la gravité de la maladie ; ces sols ont un taux de saturation élevé, ils sont très riches en bases échangeables et leur matière organique est très active. En comparaison, le sol hydromorphe acide, très désaturé et dont l'horizon organique est à minéralisation lente, est propice au développement de la maladie.

L'analyse met en évidence, dans ce type de sol, un déséquilibre de nutrition au moment de l'attaque de pyriculariose foliaire, entraînant une absorption accélérée des éléments minéraux majeurs, P, K, Ca, Mg et surtout N. L'absorption d'azote est d'autant plus forte que la variété est sensible.

L'apport d'éléments minéraux solubles dans le sol désaturé ne diminue pas l'incidence de la maladie. Une nouvelle expérimentation serait utile, prenant en compte des facteurs du sol d'ordre biologique. Quoi qu'il en soit, la solution du problème demeure la résistance variétale ; dans nos expérimentations, certaines variétés ont montré que cette voie est efficace.

(a) Agronomes de l'IRAT

(b) Phytopathologiste de l'IRAT

(c) Assistant de recherche de l'IRA au Cameroun

La pyriculariose se révèle, surtout depuis une dizaine d'années, un grave danger pour la riziculture dans de nombreuses régions de l'Afrique de l'Ouest ; dans la plaine des M'bos, située dans l'Ouest du Cameroun à 700 m d'altitude, son incidence est particulièrement grave.

En conditions de culture pluviale, les variétés à résistance stable y sont peu nombreuses et la plupart des variétés d'origine asiatique sont détruites avant la floraison.

Le climat de cette région est favorable à la maladie, notamment en mars-avril et en juillet, c'est-à-dire au début de chacun des deux cycles culturels possibles ; durant ces époques, de fréquentes sécheresses accentuent l'incidence de la maladie.

Cependant, dans des régions voisines de cette plaine, la maladie se révèle beaucoup moins grave sans que l'on puisse évoquer des différences d'ordre climatique.

Parmi diverses hypothèses, celle du rôle de la nature du sol sur le niveau de sensibilité de la plante a été testée par deux expérimentations parallèles.

Une première expérimentation a consisté à comparer, dans chacune des régions, le comportement de différentes variétés sur le sol en place et sur des sols apportés des autres régions.

Dans la seconde expérimentation, on a testé l'effet de divers éléments minéraux (N, P, K, Ca-Mg, cendres de balles de riz) appliqués séparément ou en combinaison au sol de la plaine des M'bos, sur le développement de la maladie.

En fait, seule la première expérimentation a permis de mettre en évidence des différences nettes entre les traitements. C'est principalement cette expérimentation, réalisée entre 1975 et 1977, qui est ici présentée.

## 1 - MATERIEL ET METHODE EXPERIMENTALE

### 1.1 - Localisation géographique de l'étude

L'étude a été réalisée sur trois sites de l'Ouest-Cameroun :

- Nvombé, localisé à 85 m d'altitude et à environ 90 km de Douala ; la pluviométrie moyenne y est de 2 500 mm, répartie sur 9 mois ;

- la plaine des M'bos, située à 700 m d'altitude et à environ 200 km de Douala dans une direction Nord-Est ; ce site reçoit environ 2 000 mm en 9 mois ;
- Galim, localisé à 1 200 m d'altitude et à environ 300 km de Douala en direction Nord-Est ; la pluviométrie moyenne y est de 1 700 mm répartie sur 9 mois.

La pyriculariose revêt un caractère endémique explosif dans la plaine des M'bos ; par contre, elle a été pratiquement inexistante dans les sites de Nyombé et de Galim entre 1970 et 1974.

## 1.2 - Les sols étudiés

### Le sol de la plaine des M'bos

C'est un sol hydromorphe minéral à pseudogley fortement désaturé (taux de saturation de 30 % environ dans l'horizon 0-20 m) à pHeau acide de 5,4. Il est caractérisé par une texture sablo-argileuse en surface, une structure particulaire, un horizon organique acide dont le rapport C/N voisin de 15 traduit une faible minéralisation de la matière organique (C % = 2,25 ; N % = 1,64). La somme des bases échangeables est d'environ 4 meq/100 g. Le phosphore assimilable, mesuré par la méthode Olsen, est déficient avec des teneurs voisines de 100 ppm.

### Le sol de Nyombé

C'est un sol brun sur basalte bulleux et matériaux pyroclastiques mal triés, à potentialités agricoles exceptionnellement élevées ; on note, comme caractéristiques physico-chimiques essentielles de l'horizon 0-20 cm : un pHeau voisin de 6,0 ; un taux de saturation de 75 à 80 % ; une somme des bases échangeables supérieure à 22 meq/100 g ; un C/N de 9 traduisant une minéralisation active de la matière organique ; une structure grumeleuse ; une texture argilo-sableuse ; des teneurs en P et K assimilables très élevées.

### Le sol de Galim

C'est un sol brun sur coulée basaltique récente, d'origine voisine de celui de Nyombé mais néanmoins un peu plus ancienne ; ce sol présente des caractéristiques assez voisines de celles de Nyombé, avec cependant un taux de saturation et une somme des bases échangeables inférieurs, un pH un peu plus acide et un C/N légèrement plus élevé par suite de sa localisation à 1 200 m d'altitude.

### 1.3 - Le dispositif expérimental

#### Implantation du dispositif

Notre hypothèse, envisageant le sol comme facteur favorisant ou au contraire freinant le développement de la pyriculariose, implique que l'influence des conditions écologiques autres que le sol soit éliminée.

A cet effet, les sols bruns de Galim et Nyombé ont été transportés dans la plaine des M'bos. Inversement, le sol de la plaine des M'bos a été apporté sur les 2 sites de Galim et Nyombé.

Dans chaque situation, le sol local, considéré comme témoin de référence, encadre le sol apporté comme l'indiquent les schémas de la figure 1.

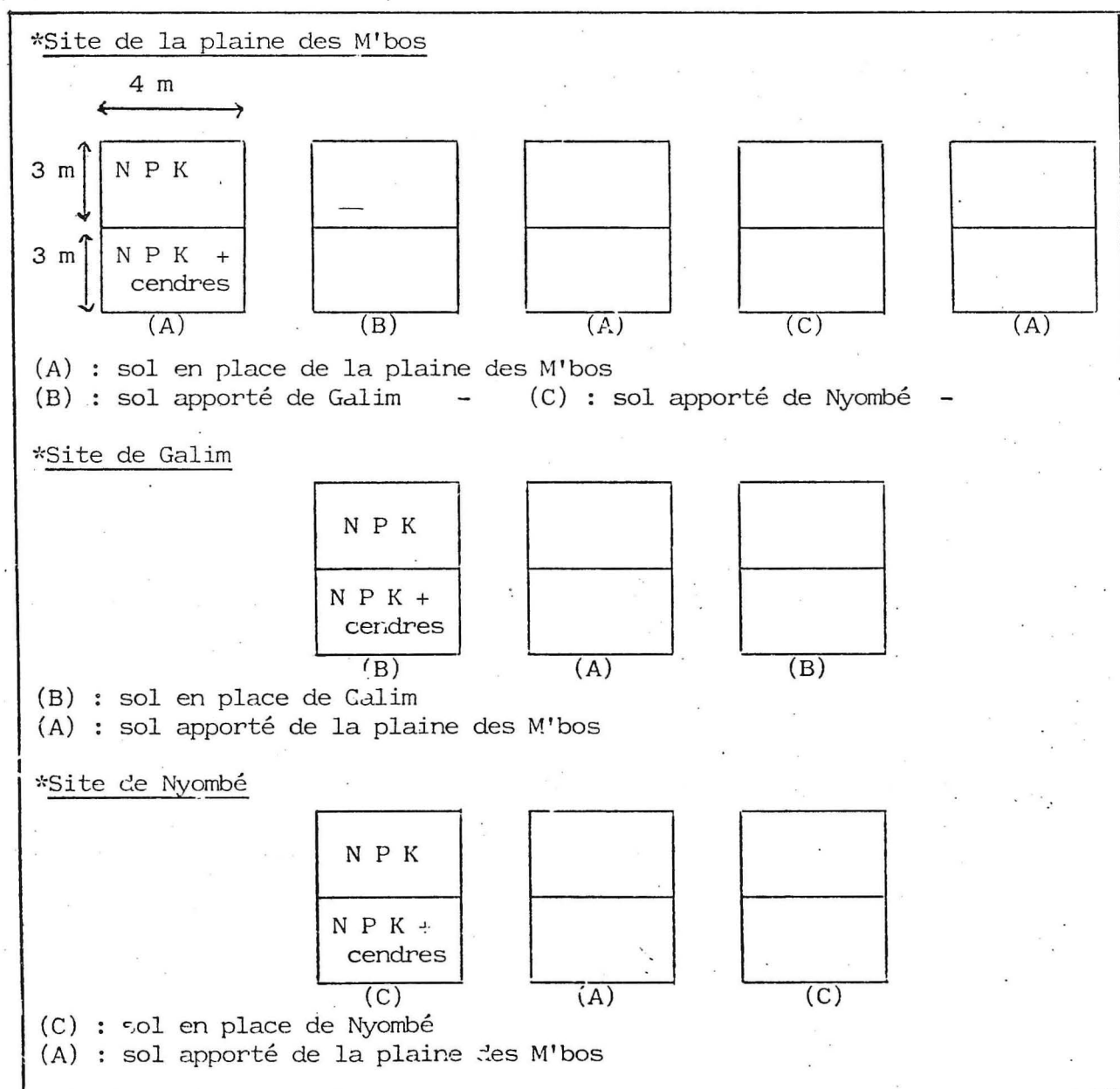


Figure 1 : Schéma des implantations des parcelles dans les trois sites d'essai

Chaque sol apporté représente une épaisseur de 60 cm. De plus, chaque parcelle est isolée de la voisine par des tôles verticales pour éviter les mouvements latéraux éventuels des solutions du sol.

### Fertilisation

Chaque parcelle de 24 m<sup>2</sup> est divisée en deux sous-parcelles :

- une sous parcelle reçoit une fertilisation NPK (80 N, 20P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 30K<sub>2</sub>O),
- l'autre reçoit la même fertilisation NPK plus 500 kg/ha de cendres de balles de riz.

### Variétés

Cinq variétés ont été testées sur chaque parcelle élémentaire :

- 63-83 : variété de type pluvial traditionnel sélectionnée au Sénégal, hautement résistante à la pyriculariose quelle que soit l'écologie,
- 85 B/1 : sélectionnée au Cameroun à partir du croisement Lung Sheng x 63-104 et résistante à la pyriculariose,
- IAC 25 : variété brésilienne de type pluvial traditionnel, moyennement résistante à la pyriculariose foliaire,
- IR 95 : issue du croisement Taïchung Native 1 x Peta/2, cette variété a un phénotype voisin de celui de IR 8, elle est sensible à la pyriculariose foliaire et du cou dans la plaine des M'bos,
- 1756 : variété hautement sensible à la pyriculariose foliaire.

## 1.4 - Les conditions générales de réalisation

### Dates et mode de semis

Le tableau I indique les cycles de culture réalisés dans chacun des trois sites. Le premier cycle correspond à la période mars à juillet, le deuxième cycle correspond à la période juillet à novembre.

Tableau I : Dates de semis

Année	cycle cultural	plaine des M'bos	Nyombé	Galim
1975	1		+	
	2	+		+
1976	1	+	+	+
	2	+		
1977	1	+		

+ signifie culture dans le cycle correspondant

La densité de semis est de 70 kg/ha ; semis en lignes continues espacées de 40 cm.

Les conditions de culture sont strictement pluviales dans toutes les situations.

#### Fertilisation

NPK :  $80\text{ N} + 20\text{P}_2\text{O}_5 + 30\text{K}_2\text{O}$  en unités/ha :

- au semis :  $20\text{N}$  (sulfate d'ammoniaque) +  $80\text{P}_2\text{O}_5$  (phosphate bicalcique) +  $60\text{K}_2\text{O}$  (chlorure de potassium) ;
- à 30 jours :  $40\text{N}$  sous forme d'urée ;
- à 60 jours :  $20\text{N}$  sous forme d'urée.

NPK + cendres : fertilisation identique à la précédente avec en plus 500 kg de cendres de balles de riz.

#### Succession des cultures

L'expérience a été conduite en système de monoculture de riz pluvial.

#### Conditions d'épidémie

L'épidémie se développe en conditions naturelles à chaque cycle. Les

notations de pyriculariose sont effectuées 40 jours après le semis ; elles ne portent donc que sur l'incidence de la pyriculariose foliaire. L'échelle de notation utilisée est celle de l'IRAT, soit une échelle de 1 à 9, les notes extrêmes correspondant respectivement à la résistance totale et à la destruction totale de la plante.

#### Analyses des plantes et du sol

Un contrôle de nutrition par analyses foliaires a été effectué sur la variété la plus sensible et la variété la plus résistante dès l'apparition des premières attaques de pyriculariose dans la plaine des M'bos et à Nyombé au cours du premier cycle de 1976. Des échantillons de sol ont été prélevés pour analyses sur les parcelles correspondantes.

#### Estimation des rendements

Elle porte sur 2 m<sup>2</sup> utiles pour les variétés IAC 25, 85 B/1, IR 95, 1756, et sur 6 m<sup>2</sup> utiles pour la variété 63-83.

## 2 - RESULTATS

Les résultats présentés dans le tableau II attirent les remarques suivantes.

Les notes de pyriculariose sont toujours plus élevées sur le sol des M'bos que sur les sols bruns de Galim et de Nyombé, quel que soit le site, excepté pour la variété 63-83 à résistance stable au champ.

Ceci est d'autant plus net que les variétés sont sensibles à la pyriculariose. L'exemple de la variété 1756 est éloquent à cet égard : notée 2 à 5 sur les sols bruns de Nyombé et de Galim (soit pas à moyennement sensible), elle est toujours notée 9 sur le sol des M'bos, c'est-à-dire détruite totalement.

L'évolution de la maladie sur les parcelles expérimentales cultivées plusieurs saisons de suite en riz pluvial va dans le sens d'une aggravation de la maladie, nettement marquée sur le sol des M'bos et à un degré moindre sur le sol de Galim pour les variétés les plus sensibles 1756 et IR 95.

Tableau II : Moyennes des notes de pyriculariose foliaire (échelle 1 à 9) et des rendements (en q/ha) pour chacune des cinq variétés, dans les trois sites et sur les divers types de sol, de 1975 à 1977

Type de sol	Notes de pyriculariose					Rendements				
	63-83	85 B/1	IAC 25	IR 95	1756	63-83	85 B/1	IAC 25	IR 95	1756
Site de la plaine des M'bos, 2e cycle 1975										
Sol en place de la plaine des M'bos	1,0	3,2	3,7	5,2	9,0	23	26	20	19	0
Sol apporté de Nyombé	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	42	52	35	44	43
Sol apporté de Galim	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0	40	52	36	45	46
Site de la plaine des M'bos, 1er cycle 1976										
Sol en place de la plaine des M'bos	2,5	3,7	4,3	6,3	9,0	29	26	28	19	0
Sol apporté de Nyombé	2,0	1,5	1,5	4,5	5,5	38	44	40	49	40
Sol apporté de Galim	2,0	2,0	2,0	5,0	5,0	38	43	40	44	33
Site de la plaine des M'bos, 2e cycle 1976										
Sol en place de la plaine des M'bos	2,3	3,5	4,2	6,5	8,8	21	17	17	13	0
Sol apporté de Nyombé	2,0	2,0	2,0	2,0	5,0	33	37	33	36	31
Sol apporté de Galim	2,0	2,5	2,0	2,0	4,5	29	36	29	33	29
Site de la plaine des M'bos, 1er cycle 1977										
Sol en place de la plaine des M'bos	2,7	3,7	4,7	6,3	9,0	31	18	19	13	0
Sol apporté de Nyombé	2,0	2,0	2,5	4,5	4,5	39	38	35	41	30
Sol apporté de Galim	2,0	3,5	4,0	5,0	6,5	32	31	28	32	18
Site de Nyombé, 1er cycle 1975										
Sol apporté de la plaine des M'bos	1,0	3,0	4,5	5,5	8,5	36	33	31	37	3
Sol en place de Nyombé	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	45	55	53	51	47
Site de Nyombé, 1er cycle 1976										
Sol apporté de la plaine des M'bos	2,0	4,5	4,5	5,5	8,5	40	33	31	29	0
Sol en place de Nyombé	2,0	1,8	2,5	2,3	2,8	43	51	45	56	48
Site de Galim, 2e cycle 1975										
Sol apporté de la plaine des M'bos	2,0	3,0	3,5	5,0	7,5	25	24	23	21	5
Sol en place de Galim	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	31	45	42	42	44
Site de Galim, 1er cycle 1976										
Sol apporté de la plaine des M'bos	2,0	4,5	4,0	6,5	8,5	29	28	28	19	0
Sol en place de Galim	2,0	2,5	2,8	3,8	5,3	34	42	40	43	30



Les rendements sont d'une manière générale toujours plus faibles sur le sol des M'bos que sur les sols bruns. D'autre part, les différences de rendement pour une même variété sont d'autant plus accusées entre sols bruns et sol des M'bos que la variété est plus sensible à la pyriculariose ; le tableau III illustre ces différences avec les variétés 63-83 (résistante) et 1756 (sensible), sur le site de la plaine des M'bos.

Tableau III : Rendements exprimés en q/ha des variétés 63-83 et 1756 dans la plaine des M'bos sur les trois types de sol et pour la fertilisation NPK seule

Cycles culturaux	Sol de la plaine des M'bos		Sol de Galim		Sol de Nyombé	
	63-83	1756	63-83	1756	63-83	1756
2e cycle 1975	22	0	40	47	43	42
1er cycle 1976	28	0	38	34	39	41
2e cycle 1976	20	0	28	29	31	29

L'influence du type de sol se manifeste au travers des analyses foliaires. Elle apparaît forte à la fois sur le degré de résistance à la pyriculariose pour les variétés pourvues d'une résistance faible ou nulle et sur les niveaux de rendements.

Par contre l'effet des cendres de balles s'est avéré nul tant au niveau des notes de pyriculariose que des rendements.

L'influence de la nature du sol se manifeste clairement sur la nutrition minérale du riz pluvial à partir du trentième jour de la végétation comme l'indiquent les résultats d'analyses foliaires effectuées sur la variété la plus résistante 63-83 et sur la variété la plus sensible 1756 (tableau III) ; les analyses ont porté sur des prélèvements de feuilles effectués à partir de l'apparition des premières taches de pyriculariose ; chaque donnée est la moyenne de six répétitions.

Tableau III : Analyses foliaires

Type de sol	variétés	Sites	N (a)	P (a)	K (a)	Ca (a)	Mg (a)	Mn (b)
Sol de Nyombé	63-83	Nyombé	2,25	0,21	3,35	0,31	0,24	742
		Pl. des M'bos	2,07	0,22	3,65	0,26	0,22	508
	1756	Nyombé	2,10	0,23	3,22	0,29	0,20	498
		Pl. des M'bos	1,98	0,23	3,60	0,26	0,19	578
Sol de la plaine des M'bos	63-83	Nyombé	2,39	0,40	4,16	0,32	0,28	235
		Pl. des M'bos	2,50	0,37	3,87	0,32	0,35	340
	1756	Nyombé	2,55	0,34	3,83	0,30	0,24	178
		Pl. des M'bos	2,68	0,41	4,00	0,30	0,24	205

(a) les teneurs en N, P, K, Ca et Mg sont données en % de la matière sèche

(b) les teneurs en Mn sont données en ppm

On peut remarquer qu'il n'existe peu ou pas de différences d'alimentation minérale entre les variétés 63-83 et 1756, tant qu'elles sont localisées sur le même type de sol.

Par contre, les teneurs en azote sont nettement plus élevées sur le sol hydromorphe minéral à pseudogley de la plaine des M'bos que sur le sol brun de Nyombé pour les deux variétés mais de façon plus marquée pour la variété 1756 la plus sensible. On obtient en effet des moyennes de 2,04 et 2,61 d'azote pour la variété 1756 respectivement sur le sol de Nyombé et le sol de la plaine des M'bos, alors qu'elles sont de 2,16 et 2,45 pour la variété 63-83.

De même, les teneurs en P et K apparaissent nettement supérieures sur le sol désaturé. Les teneurs en manganèse absorbé sont au contraire nettement plus faibles sur le sol de la plaine des M'bos que sur le sol brun de Nyombé.

Les résultats d'analyses de sol expriment eux aussi de grandes différences entre les deux catégories de sols comme l'indique le tableau V des caractéristiques chimiques (les prélèvements de sol ont été effectués en même temps que les prélèvements de plantes et dans l'horizon 0 à 20 cm des sous-parcelles à fertilisation NPK seule) :

- un taux de saturation en bases ainsi qu'une somme des bases nettement supérieurs pour le sol de Nyombé ;
- un pH eau nettement plus élevé sur ce sol brun que sur le sol hydromorphe désaturé ;
- un taux de P assimilable (méthode Olsen) toujours plus élevé sur sol brun que sur sol acide ;
- un niveau de matière organique supérieur dans le sol brun et surtout un rapport C/N voisin de 10, laissant présager une bonne minéralisation de la matière organique alors qu'il est de 15 dans le sol acide traduisant une minéralisation lente donc une réponse forte à l'azote, apporté sous forme minérale.

En définitive, le sol brun de Nyombé présente un potentiel de fertilité naturelle exceptionnellement élevé et bien supérieur à celui du sol de la plaine des M'bos qui apparaît pauvre en P, N et bases et à pH nettement acide.

Tableau V : Caractéristiques physico-chimiques des sols

Type de sol	Variété	Site	C %	N %	C/N	F total ppm	P Olsen ppm	Ca (a)	Mg (a)	K (a)	Na (a)	S (a)	V (b)	pH eau	pH KCl
Sol de Nyombé	63-83	Nyombé	2,54	2,74	9	2050	775	14,50	5,10	2,50	0,01	22,11	74	5,95	4,80
		Pl. des M'bos	2,78	2,88	10	2450	900	15,00	5,50	1,98	0,12	22,60	74	6,00	4,90
	1756	Nyombé	2,79	2,98	9	2080	975	14,50	5,70	2,50	0,23	23,40	75	6,20	5,00
		Pl. des M'bos	2,72	2,93	9	1780	815	16,00	6,00	2,30	0,32	24,60	79	6,25	5,00
Sol de la plaine des M'bos	63-83	Nyombé	2,26	1,64	14	940	125	2,80	0,90	0,40	0,13	4,23	36	5,45	4,30
		Pl. des M'bos	2,19	1,64	14	750	95	2,50	0,80	0,25	0,13	3,68	32	5,40	4,25
	1756	Nyombé	2,26	1,46	15	875	100	2,60	0,80	0,30	0,65	4,35	35	5,55	4,30
		Pl. des M'bos	2,24	1,78	13	1000	120	3,50	1,00	0,40	0,22	5,12	40	5,50	4,30

(a) les teneurs en Ca, Mg, K, Na et S sont données en meq/100 g.

(b)  $V = \frac{S \times 100}{CEC}$  %, taux de saturation du complexe absorbant.

### 3 - DISCUSSION

Cette expérimentation a permis de quantifier l'importance de l'influence du sol dans les interactions "génotype-environnement". Cette influence du sol peut être très importante puisque les manifestations de la pyriculariose se traduisent par des notes qui varient en fonction du type de sol de 1 à 3 pour la variété la plus résistante et de 2 à 9 pour la variété la plus sensible et ceci dans le même site éclogique.

Les pertes de rendement dues à la pyriculariose sont négligeables dans le cas de la variété résistante 63-83 ; par contre si les pertes sont faibles pour la variété 1756 sur les sols de Nyombé et de Galim, elles atteignent 100 % sur le sol de la plaine des M'bos.

Au moment de l'attaque de pyriculariose, les teneurs des feuilles en éléments minéraux majeurs (N, P, K, Ca, Mg) sont beaucoup plus fortes dans les plantes cultivées sur le sol pauvre désaturé de la plaine des M'bos que dans les plantes cultivées sur le sol brun à fortes potentialités.

Il semble donc, comparativement à la nutrition minérale observée sur sol brun, que dans les sols-acides désaturés, il existe une dynamique d'absorption des éléments minéraux particulièrement active en début de cycle et à l'origine d'un déséquilibre nutritionnel favorable à la pyriculariose.

Cette accumulation forte dans la plante, notamment de l'azote, favoriserait la sensibilité des variétés dans la mesure où ces dernières n'ont pas de résistance efficace au champ ; on sait en effet (KOZAKA, 1963 - YAMAGUCHI, 1974 - MANOPLANJAN, 1976) que l'azote est l'élément qui a le plus d'importance sur le niveau de la maladie.

Néanmoins, la difficulté d'attribuer avec certitude l'amélioration de la résistance variétale à des facteurs strictement minéraux ou biologiques nous a conduit dès 1976 à tenter de vérifier l'hypothèse "minérale". A cet effet, nous avons resaturé le sol des M'bos avec de la chaux magnésienne combinée ou non aux éléments minéraux essentiels N, P, K et oligo éléments (essai en blocs de Fisher avec 6 répétitions) ; les mêmes variétés ont été utilisées. Après deux années d'expérimentation, aucun résultat probant n'a pu être mis en évidence.

Il semble bien que le seul apport d'éléments minéraux solubles dans un sol acide désaturé, à C/N élevé, ne puisse améliorer la résistance des variétés sensibles.

En outre, on a pu noter par ailleurs, en Afrique de l'Ouest et au Brésil, que chaque fois que la riziculture est pratiquée (pluviale ou irriguée) sur des sols alluviaux ou des vertisols (Yagoua au Nord-Cameroun, leuve Sédégou, sols vertiques du Maranhao au Brésil), l'incidence de la pyriculariose reste faible. Ces sols sont bien pourvus en bases et surtout présentent une activité biologique intense qui fournit à la plante des

éléments minéraux qui ont subi les cycles biologiques de minéralisation.

Par contre, quel que soit le type de riziculture, tous les supports sols acides désaturés à C/N élevé qui nécessitent des apports importants d'engrais minéraux solubles sans lesquels les rendements sont dérisoires favorisent la pyriculariose ; c'est le cas en particulier de la plaine des M'bos.

Il convient donc d'apporter une nouvelle dimension à cette étude en vérifiant l'influence de la fertilisation organique dans les mécanismes de résistance, c'est-à-dire, en attribuant plus d'importance à des facteurs de type biologique.

Pour ce faire, on peut imaginer à partir de diverses écologies et de supports sols qui favorisent la pyriculariose (sols ferrallitiques désaturés, sols podzoliques, sols hydromorphes minéraux ou organiques à C/N élevé), une nouvelle expérimentation prenant en compte l'intervention de facteurs biologiques. L'utilisation de fumier bien décomposé seul ou combiné à de la chaux magnésienne additionnée ou non d'une fumure minérale complète de bon niveau (N, P, K + oligo éléments) devrait permettre de vérifier cette hypothèse "biologique" ; l'expérimentation serait à conduire avec une gamme de variétés dont la résistance va de hautement résistant à hautement sensible dans chaque écologie retenue.